

有效的海上运动目标检测方法

谢小竹, 洪景新, 肖思兴

XIE Xiao-zhu, HONG Jing-xin, XIAO Si-xing

厦门大学 计算机科学系 福建 厦门 361005

Computer Science Department of Xiamen University, Xiamen, Fujian 361005, China

E-mail: xiaozhu8413@yahoo.com.cn

XIE Xiao-zhu, HONG Jing-xin, XIAO Si-xing. Effective method for moving objects detection on sea surface. Computer Engineering and Applications 2009 45(4) 225-226.

Abstract: Because of being restricted by the physics rule during the forming process, ocean wave presents feebleness fringe approximately paralleled to the coasting. Contrary, objects present stronger fringe in all directions. Based on the different imaging characteristic between ocean wave and objects, this paper brings forward segmenting those regions of interest in one frame of image using Sobel arithmetic operators, and then detecting the moving targets in those regions of interest based on the moving of the center of the interested region. Experimental results show that the method can diminish the probability of dis-detecting and leak-detecting and detect the moving targets robustly and accurately.

Key words: imaging characteristic, Sobel arithmetic operators, regions of interest, center

摘要: 海浪由于在形成过程中受到物理规律的制约, 从而呈现与海岸线近似于平行的弱边缘。相反的, 物体则在各个方向上表现出比较强的边缘性。根据海浪和物体的这种不同成像特性, 提出在单帧图像中采用 Sobel 算子计算梯度图像从而分割出感兴趣区域, 然后从感兴趣区域出发, 根据连续帧间的感兴趣区域的中心点是否移动来判断物体是否运动, 从而找出运动的目标。实验表明, 该方法鲁棒性好, 能有效地减小误检和漏检的概率, 较准确地检测到海上的运动目标。

关键词: 成像特性, Sobel 算子, 感兴趣区域, 中心点

DOI: 10.3778/j.issn.1002-8331.2009.04.065 **文章编号:** 1002-8331(2009)04-0225-02 **文献标识码:** A **中图分类号:** TP391

1 引言

随着计算机技术、通信技术、图像处理技术的不断发展, 目标检测和跟踪目前已成为热点研究问题, 而运动目标的检测更是其中的重点和难点。

运动目标检测是将运动目标从背景中分离出来, 是运动图像分析、智能监控、可视人机交互中的重要处理步骤。通过运动检测可以得到图像中的运动信息, 提取序列图像中的运动目标并对目标进行初步定位。

目前, 背景较为简单的陆地上的运动车辆检测已经有了较为成熟的算法, 可是对于背景复杂、有大量波浪噪声的海面上的运动目标的检测还没有一个很成功的系统, 而是处于一个摸索阶段。对于静止背景下序列图像的运动目标检测, 主要有三种方法: 连续帧间差分法^[1]、背景差方法和光流场法。连续帧间差分法和背景差分法因为计算简单, 实时处理效率高的特点, 在实时系统中人们更热衷于使用帧间差分法或者背景差分法来获得期望的结果。但是海面波浪噪声比较大, 简单的连续帧间差分法、背景差分法等会造成船只的误检和漏检。而光流场计算复杂度比较高, 若没有特定的硬件支持一般很难满足实时处理的要求。

因此, 本文根据目标与背景的不同成像特性, 对吴琦颖等在《一种新颖的海上运动目标实时检测方法》中提出的变形的时间差分法^[2]进行了改进, 提出了一种基于 Sobel 算子的感兴趣区域的分割, 并且还提出了根据连续帧间的感兴趣区域的中心点是否移动来判断物体是否运动的方法, 达到了更好的效果。实验证明, 该方法不但鲁棒性强, 并且能减小误检和漏检的概率, 能较准确地检测到运动目标。

2 用 Sobel 算子分割出感兴趣区域

由于海浪在形成过程中受到物理规律的制约, 在灰度图像上呈现与海岸线近似于平行的弱边缘性, 而且具有纹理比较细腻、颜色分布比较均匀等特点。相反的, 物体则在各个方向上表现出比较强的边缘性。根据海浪和物体的这种不同成像特性, 使用 Sobel 算子在 y 方向(与海岸线垂直的方向)上计算差分得到梯度图像, 不仅可以削弱海浪的边缘以及海和山交接的边缘, 而且可以相应地加强物体的边缘。

Sobel 算子通过对图像用相应的内核进行卷积操作来计算图像差分, 这里使用下面的内核对灰度图像做卷积:

作者简介: 谢小竹(1984-), 女, 硕士研究生, 主要研究方向为图像处理与计算机视觉; 洪景新(1958-), 男, 高级工程师, 主要研究方向为信号处理; 肖思兴(1984-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为计算机视觉与人工智能。

收稿日期: 2008-05-06 **修回日期:** 2008-08-18

$$\begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

由于 Sobel 算子结合了 Gaussian 平滑和微分, 从而对噪声有一定的鲁棒性, 特别是对于海浪的高频噪声。如图 1(c) 是使用 Sobel 算子对源图像进行在 y 方向上的一阶差分的结果。图 1(b) 是使用一般的十字梯度法处理后的效果。可以看到, 使用 Sobel 算子能较准确地把物体和海浪区别开来, 噪声小。而普通的十字梯度法则存在较多的噪声, 物体轮廓也不清晰。

这里对梯度图像二值化, 阈值的选取也很关键。阈值选取有全局阈值法和自适应阈值法^[3]。但全局阈值法仅对背景灰度均匀, 且能形成双峰特征的图像才会有较好的效果, 对于复杂背景的较小目标图像, 全局阈值法不能有效地提取出目标。因此, 这里采用了 OpenCV 开放源码里提供的自适应阈值方法, 增强了系统的抗噪能力和适应能力。

然后对二值图像执行形态学运算来平滑图像^[4]。接着进行连通性分析^[5], 构成物体的边界, 用水平放置的最小外接矩形逼近物体, 分割出感兴趣区域。这样, 就在静止的单帧图像中实现了感兴趣区域的分割。分别取外接矩形左下角的坐标 (x, y) 以及矩形的长和宽, 作为感兴趣区域的位置描述, 记为 $Rest=(x, y, width, height)$ 。

图 3 给出了不同海面情况的感兴趣区域的分割。可以看到分割效果比较理想。这里因为是单帧图像的分割, 所以把静止的礁石也当作感兴趣区域分割出来了。所以下一步工作就从感兴趣区域出发, 把运动目标检测出来。

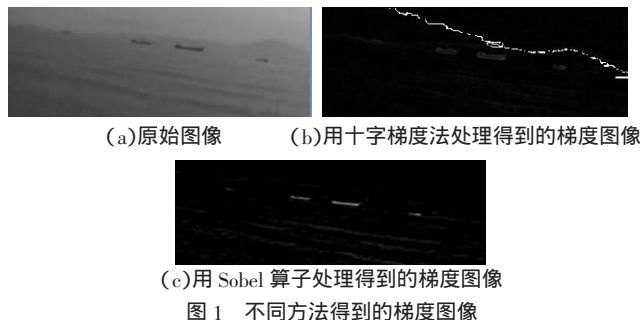


图 1 不同方法得到的梯度图像

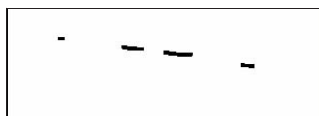


图 2 对图 1(c) 采用自适应阈值法处理的结果

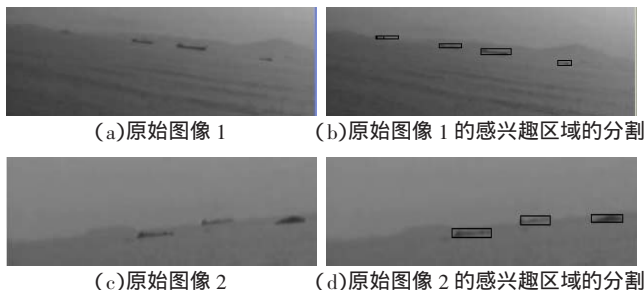


图 3 感兴趣区域分割

3 运动目标的检测

吴琦颖等在《一种新颖的海上运动目标实时检测方法》中

提出的变形的时间差分法是根据感兴趣区域的运动系数来判断物体是否运动。这里存在几个比较难解决的问题, 一是灰度差异多少称为是运动的, 也就是差分阈值的选取; 二是运动系数阈值的选取。这两个阈值的选取都是一个难题, 阈值取大了会造成船只的漏检, 阈值取小了会将噪声区域误检成运动物体; 三是当感兴趣区域内船只填充很满的情况下, 即使船只在运动, 灰度变化也是较小的, 这样也可能造成运动物体的漏检; 四是海浪波动大时, 灰度变化也比较大, 这时会把海浪当成运动目标造成误检。针对这些问题, 提出了一个新的方法, 那就是从感兴趣区域出发, 根据感兴趣区域的中心点是否移动来判断物体是否运动, 而不是根据感兴趣区域内灰度的变化来判断, 对海浪的波动有更强的适应力。

目前海上船只的运动速度一般在 36 km/h 左右, 快的也就 50 km/h。这里以 72 km/h 为例, 也就是船只一秒钟行驶 20 m。摄像机每秒钟采样 25 帧, 那相邻帧间船只行驶 0.8 m, 相隔 t 帧船只行驶 $0.8t$ m。船只的长度一般都大于 10 m, 小的船只也有 5 m 左右。所以只要小于等于 4 的话, 同一个感兴趣区域在相隔 $t(t \leq 4)$ 帧都是会有交集的。要是没有交集, 则可以说明该感兴趣区域是噪声区域, 这样减小了把海浪误检成运动目标的概率。

记当前帧感兴趣区域 i 的位置信息为 $Rest(i)=(x_i, y_i, width_i, height_i)$, 中心点记为 $Center(i)=(x_{ic}, y_{ic})$, 其中 $x_c=x_i+width_i/2$, $y_c=y_i+height_i/2$ 。进行如下步骤判断感兴趣区域 i 是否是运动目标。

(1) 在前 $t(t \leq 4)$ 帧中找感兴趣区域 j $Rest(j)=(x_j, y_j, width_j, height_j)$, 中心点为 $Center(j)=(x_{jc}, y_{jc})$, 该感兴趣区域 j 满足条件: ① $|width_i - width_j|$ 和 $|height_i - height_j|$ 都不超过某个阈值 l ; ② 区域 j 和区域 i 有交集。如果在前 t 帧中找到了满足条件的区域 j , 则说明当前帧感兴趣区域 i 和前 t 帧感兴趣区域 j 是同一个物体, 跳到 2 继续判断感兴趣区域 i 是否是运动目标。反之要是没找到满足条件的区域 j , 则说明当前帧感兴趣区域 i 是噪声区域。

(2) 如果 $|x_{ic} - x_{jc}|$ 或者 $|y_{ic} - y_{jc}|$ 大于某个阈值 d , 则说明当前帧感兴趣区域 i 为运动目标, 反之为静止的。

t 的取值不能太大也不能太小, 太小的话会造成运动速度缓慢的船只的漏检, 太大的话会将运动速度快的船只当成噪声过滤掉。这里取 $t=3$, 能达到比较理想的效果。

4 实验结果

使用固定在三脚架上的摄像机在室外摄取了若干段海面视频序列作为实验视频。

图 1(b) 是利用十字梯度法处理的结果, 可以看到存在较多的噪声干扰, 图 1(c) 是利用 Sobel 算子在 y 方向进行一阶差分处理的结果, 可以看到噪声比较少, 而且物体轮廓比较清晰。对梯度图像采用自适应阈值法进行二值化处理得到图 2, 自适应阈值法具有自适应性强和鲁棒性强的特点。接着对二值图像进行形态学运算并且 8 连通性分析后得到了感兴趣区域, 然后用最小外接矩形逼近物体, 这样就把感兴趣区域分割出来了。图 3 给出了不同海面情况下感兴趣区域的分割, 可以看到分割效果比较理想。这里因为是单帧图像的分割, 所以把静止的礁石也当作感兴趣区域分割出来了。

从感兴趣区域出发, 根据感兴趣区域的中心点是否移动判

(下转 231 页)

表 1 模板匹配实验结果

模板 (动脉期)	静脉期中取 得最大相似 值的图片	门静脉期中 取得最大相 似值的图片	模板 (动脉期)	静脉期中取 得最大相似 值的图片	门静脉期中 取得最大相 似值的图片
096	300	096	101	295	101
097	299	097	102	294	102
098	298	098	103	293	103
099	297	099	104	292	104
100	296	100	105	291	105

把静脉期的图像重新排序后,三期三维重建的肝脏是能重合的,从图 9 中可以直观得出。

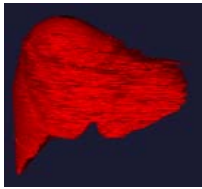
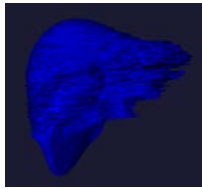
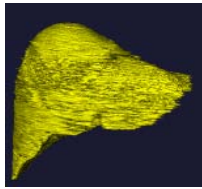
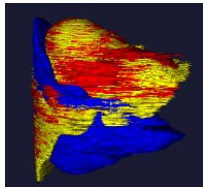
图 5 动脉期肝脏
三维重建图图 6 静脉期肝脏
三维重建图图 7 门静脉期肝脏
三维重建图

图 8 重合的图像 1

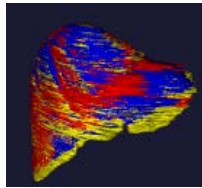


图 9 重合的图像 2

4 结论及展望

通过以上实验可以看出,利用相似性配准可以简单、快速地检验出病人的三期 CT 图像是否是配准的,是否可以用于图像分割及三位重建,从而为整个肝胆虚拟手术系统及病人术前计划的成功奠定重要的基础。

虽然归一化相关函数算法可以完成三期 CT 图像的扫描顺序的判断,但是它是像素为单位进行的计算,计算量大,并且它不能充分考虑医学 CT 图像本身自带的一些重要的数字信息。在将来的工作中,会充分考虑上面的问题,尝试并改进更多的算法,研究出时间更快,计算更简单、更快捷的 CT 图像扫描顺序判断算法。

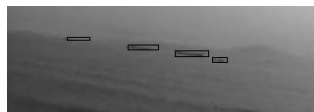
参考文献:

- [1] 翁璇, 郑小林, 姜海. 医学图像分割技术研究进展[J]. 医疗卫生设备, 2007, 28(1): 37-39.
- [2] Hallpike L, Hawkes D J. Medical image registration: an overview[J]. Imaging, 2002, 14: 455-463.
- [3] 杜志国, 薄瑞峰, 韩炎. 基于投影特征的图像匹配的快速算法[J]. 华北工学院测试技术学报, 2000, 14(1): 18-20.
- [4] 罗钟铨, 刘成明. 灰度图像匹配的快速算法[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2005, 17(5): 966-970.
- [5] 钟志光, 卢军, 刘伟荣. Visual C++ .net 数字图像处理实例与解析[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003.
- [6] 何斌, 马天予, 王运坚, 等. Visual C++ 数字图像处理[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2002.
- [7] 张佳, 张泾周, 吴疆, 等. 医学图像配准的研究进展[J]. 陕西科技大学学报, 2006, 24(2): 117-121.

(上接 226 页)



(a) 第 5 帧检测出的运动目标



(b) 第 150 帧检测出的运动目标



(c) 第 5 帧图像



(d) 第 100 帧图像

图 4 运动目标的检测

断物体是否运动,从而检测出运动目标。图 4 给出了不同海面情况的运动目标检测的结果。从图 4(a)和图 4(b)可以看到用该方法正确地检测出了运动目标。从图 4(c)和图 4(d)可以看到,该方法正确地把静止的礁石和运动的船只区别开来,实现了海上运动目标的比较准确的检测。

5 结语

本文介绍了一种鲁棒性强且能比较准确地检测到海上运动目标的方法。所做的工作主要有:(1)利用 Sobel 算子处理得到图像的梯度图像,从而分割出感兴趣区域。实验结果表明,用该方法能得到物体比较清晰的轮廓,而且噪声比较小。(2)提出了根据感兴趣区域的中心点是否移动来判断物体是否运动的方法,这个方法不仅能有效地正确地检测到运动目标,而且对海浪噪声有很强的鲁棒性。实验表明,本文提出的海上运动目标检测方法具有鲁棒性强、效率高、准确度高等特点。

但是还有些需要改进的地方。例如:(1)当两个运动的物体叠加在一起时,这时会把两个物体当作一个物体进行检测。(2)由于 8 连通分析的时间复杂度较大,比较难实现实时检测。(3)背景复杂的情况下,小目标的边缘性相对较弱,有可能漏检。这些将在后续的工作进一步研究解决。

参考文献:

- [1] 丁金铸. 基于图像处理的运动目标检测跟踪系统的设计与实现[D]. 武汉: 华中师范大学, 2007.
- [2] 吴琦颖, 李翠华. 一种新颖的海上运动目标实时检测方法[J]. 计算机工程与应用, 2007, 43(14): 213-216.
- [3] 贾允, 丁艳, 刘泽平. 改进图像阈值分割算法的研究[J]. 光学技术, 2005, 31(1): 155-157.
- [4] Gonzalez R C, Woods R E. 数字图像处理[M]. 2 版. 北京: 电子工业出版社, 2004.
- [5] 杨淑莹. VC++ 图像处理程序设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003.